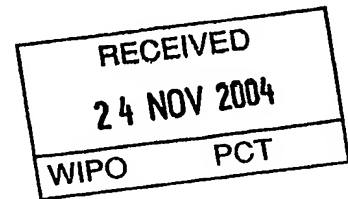


**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 42 037.1

**Anmeldetag:** 11. September 2003

**Anmelder/Inhaber:** Bosch Rexroth AG, 70184 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Steueranordnung und Verfahren zur Druckmittelver-  
sorgung von zumindest zwei hydraulischen  
Verbrauchern

**IPC:** F 15 B 11/028

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Oktober 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Schmidt O.



## Beschreibung

### Steueranordnung und Verfahren zur Druckmittelversorgung von zumindest zwei hydraulischen Verbrauchern

Die Erfindung betrifft eine Steueranordnung zur Druckmittelversorgung von zumindest zwei hydraulischen Verbrauchern gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und ein Verfahren zur Ansteuerung derartiger Verbraucher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 6.

Zur Ansteuerung mehrerer Verbraucher werden Hydrauliksysteme eingesetzt, bei denen die Verbraucher über eine Pumpe mit verstellbarem Fördervolumen (Verstellpumpe) mit Druckmittel versorgt werden. Zwischen der Verstellpumpe und jedem Verbraucher wird häufig eine Zumessblende und eine Druckwaage vorgesehen, wobei letztere der Zumessblende vor- oder nachgeschaltet sein kann.

Man unterscheidet dabei nach dem Stromreglerprinzip arbeitende LS-Systeme und nach dem Stromteilerprinzip arbeitende Systeme, bei denen die Druckwaage der Zumessblende stets nachgeschaltet ist. Diese Stromteilersysteme bezeichnet man auch als LUDV-Systeme, die eine Untergruppe der LS-Systeme darstellen. Bei den LS-Systemen wird die Verstellpumpe in Abhängigkeit vom höchsten Lastdruck der betätigten hydraulischen Verbraucher so eingestellt, dass der Zulaufdruck um eine bestimmte Druckdifferenz über dem höchsten Lastdruck liegt.

Bei LUDV-Systemen werden die nachgeschalteten Druckwaagen in Öffnungsrichtung von dem Druck nach der jeweiligen Zumessblende und in Schließrichtung von einem Steuerdruck, der üblicherweise dem höchsten Lastdruck aller angesteuerten Verbraucher entspricht, beaufschlagt. Wenn bei einer gleichzeitigen Betätigung mehrerer hydrau-

lischer Verbraucher die Zumessblenden so weit aufgemacht werden, dass die von der bis zum Anschlag verstellten Hydropumpe gelieferte Druckmittelmengen kleiner ist als die insgesamt geforderte Druckmittelmengen, werden die den  
5 einzelnen hydraulischen Verbrauchern zufließenden Druckmittelmengen unabhängig vom jeweiligen Lastdruck der hydraulischen Verbraucher verhältnismäßig reduziert (lastunabhängige Durchflussverteilung).

10 Bei nach dem Stromreglerprinzip arbeitenden Systemen wird die der Zumessblende vor- oder nachgeschaltete Druckwaage in Schließrichtung vom Druck vor der Zumessblende und in Öffnungsrichtung vom individuellen Lastdruck des jeweiligen hydraulischen Verbrauchers beaufschlagt, so dass man keine lastunabhängige Durchflussverteilung erhält. Bei gleichzeitiger Betätigung mehrerer  
15 hydraulischer Verbraucher und nicht ausreichend von der Verstellpumpe gelieferter Druckmittelmengen wird dabei nur die dem lastdruckhöchsten Verbraucher zufließende Druckmittelmengen reduziert.  
20

Eine derartige Steueranordnung ist beispielsweise in der EP 0 972 138 B1 offenbart, wobei die Druckwaagen den Zumessblenden vorgeschaltet sind. In der DE 100 27 382 A1  
5 ist eine LS-Steueranordnung dargestellt, bei der die Druckwaagen den Zumessblenden nachgeschaltet sind.

Bei allen vorbeschriebenen LS-/LUDV-Systemen wird die Verstellpumpe in Abhängigkeit vom über eine LS-Leitung abgegriffenen höchsten Lastdruck derart angesteuert, dass  
30 sich in der Pumpenleitung ein Druck einstellt, der um eine zur Kraft einer Regelfeder eines Pumpenregelventils äquivalenten Druckdifferenz über dem höchsten Lastdruck liegt. In der Zeitschrift O+P "Ölhydraulik und Pneumatik"  
35 38 (1994), Nr. 8, Seiten 473ff wird ein sogenanntes elektrohydraulisches LS-System beschrieben, bei dem die

Regelung der Pumpeneinstellung elektronisch durchgeführt wird. Dabei werden über Sensoren unter anderem die an den Verbrauchern wirksamen Drücke, der Pumpendruck, die Antriebsdrehzahl und das Antriebsmoment der Verstellpumpe erfasst und in Abhängigkeit von bspw. über einen Joystick vorgegebenen Sollwerten Stellsignale an das Pumpenregulventil und die den Verbrauchern vorgeschalteten Proportionalventile abgegeben. In diesem bekannten elektrohydraulischen System wird die Funktion der den Zumessblenden zugeordneten Individualdruckwaagen elektronisch realisiert.

Auch bei dieser Lösung wird der Pumpendruck so eingestellt, dass er um eine vorbestimmte Druckdifferenz oberhalb des höchsten Lastdruckes liegt, so dass bei dieser Art der Ansteuerung entsprechende Systemverluste auftreten.

In der EP 0 275 969 B1 ist eine elektrohydraulische LS-Steueranordnung gezeigt, bei der die Individualdruckwaagen den Zumessblenden vorgeschaltet sind. Bei diesem bekannten Verfahren werden die über Stellglieder, beispielsweise Joysticks eingestellten Sollwerte für die Zumessblenden erfasst und daraus ein Gesamtvolumenstrom ermittelt. Die Ansteuerung der Verstellpumpe erfolgt dann derart, dass sich eine leichte Unterversorgung einstellt, so dass die Zumessblende des lastdruckhöchsten Verbrauchers geöffnet und somit die vorgenannte Druckdifferenz zwischen dem Pumpendruck und dem höchsten Lastdruck verringert ist. Durch diese Unterversorgung wird jedoch die Betätigungsgeschwindigkeit der Verbraucher verringert.

Aus der DE 35 46 336 C2 und der DE 36 44 736 A1 sind elektrohydraulische LS-Systeme bekannt, bei denen der Gesamtvolumenstrom entweder aus den Auslenkungen der die

Zumessblenden ausbildenden Wegeventile oder aus den Einstellungen des Sollwertgebers (Joysticks) ermittelt und dieser Summenvolumenstrom mit einer maximalen Fördermenge der Pumpe verglichen wird. In dem Fall, in dem mehr  
5 Fördermenge angefordert wird, wird der Hub aller angesteuerten Wegeventile elektrisch so weit verringert, dass die jeweiligen Durchflüsse verhältnismäßig reduziert werden und somit die eingestellte Bahnkurve der angesteuerten Verbraucher bei verringerter Verstellgeschwindigkeit  
10 erhalten bleibt.

Auch bei diesen Lösungen tritt an der Zumessblende des am höchsten belasteten Verbrauchers ein Druckverlust auf, der dem Unterschied zwischen dem Pumpendruck und dem  
15 individuellen Lastdruck entspricht.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Steueranordnung und ein Verfahren zur Druckmittelversorgung von zumindest zwei hydraulischen Verbrauchern derart weiterzubilden, dass eine Ansteuerung mehrerer Verbraucher mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit bei verringerten Energieverlusten ermöglicht ist.  
20

Diese Aufgabe wird hinsichtlich der Steueranordnung durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruches 6 gelöst.  
25

Erfindungsgemäß werden die individuellen Lastdrücke der Verbraucher über geeignete Sensoren erfasst und aus diesen Signalen der lastdruckhöchste Verbraucher ermittelt. Die dem lastdruckhöchsten Verbraucher zugeordnete Zumessblende wird von der sich aus dem vorgegebenen Sollwert ergebenden Einstellung vollständig aufgesteuert,  
30 so dass der Druckverlust über der dem lasthöchsten Verbraucher zugeordneten Zumessblende minimal ist. Bei  
35

hinreichend genauer Abstimmung zwischen den durch die Sollwerte vorgegebenen Druckmittelvolumenströmen durch die Zumessblenden und der Fördermenge entsteht an der Zumessblende des lasthöchsten Verbrauchers nur noch eine  
5 minimale Druckdifferenz. In dem Fall, in dem dieser Zumessblende eine Individualdruckwaage zugeordnet ist, ist diese ebenfalls ganz aufgesteuert, da auch eine geringe Übermenge des von der Pumpe geförderten Druckmittelvolumenstroms an der vollständig geöffneten Zumess-  
10 blende keinen Druckabfall erzeugen kann, der die Druckwaage gegen die Kraft einer dieser zugeordneten Regelfeder in Schließrichtung verstellen könnte.

Die erfindungsgemäße Steueranordnung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren kann bei Steueranordnungen verwendet werden, bei denen die Individualdruckwaagen stromaufwärts oder stromabwärts der Zumessblenden angeordnet sind..

20 In dem Fall, in dem die erfindungsgemäße Steueranordnung mit einem weiteren Sensor zur Erfassung des Systemdrucks, d.h. des Drucks stromaufwärts der Zumessblenden ausgeführt ist, kann über die von den Drucksensoren erfassten Signale die Druckdifferenz über den jeweiligen  
5 Zumessblenden ermittelt werden. Über die Elektronik der Steueranordnung werden die Zumessblenden dann so verstellt, dass der gewünschte Druckmittelvolumenstrom zu den Verbrauchern fließt. D.h. bei einer derartigen Variante wird die Funktion der Individualdruckwaagen elektronisch realisiert, wobei allerdings im Gegensatz zu der  
30 eingangs genannten Druckschrift (O+P) die Zumessblende des lastdruckhöchsten Verbrauchers stets vollständig aufgesteuert wird, so dass die Energieverluste gegenüber der bekannten Lösung verringert sind.

35

Alternativ zu der vorbeschriebenen Lösung, bei der die Funktion der Individualdruckwaagen softwaremäßig erfüllt wird, kann die Steueranordnung mit den Zumessblenden vor- oder nachgeschalteten Individualdruckwaagen ausgeführt sein, die jeweils in Schließrichtung vom Druck stromaufwärts der Zumessblende und in Öffnungsrichtung vom Druck stromabwärts der Zumessblende beaufschlagt sind.

Bei der Variante, bei der die Druckwaagen stromabwärts der Zumessblenden angeordnet werden, ergibt sich ein Aufbau, der ähnlich ist zu demjenigen von LUDV-Wegeventilen. Dies ermöglicht es, für die erfindungsgemäße Steueranordnung und LUDV-Steueranordnungen gleiche oder zumindest ähnliche Gehäuse als Halbfabrikate vorzusehen, so dass die Fertigungskosten verringert werden können.

Im Fall einer ziehenden Last kann dies über die erfindungsgemäß verwendeten Sensoren erfasst und die Verstellpumpe zurückgestellt werden und das Druckmittel über Nachsaugventile in die Niederdruckseite der Verbraucher nachgesaugt werden.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren können im Fall einer Unterversorgung die Durchflüsse der den lastniedrigeren Verbrauchern zugeordneten Zumessblenden verhältnismäßig verringert werden. Diese Verringerung erfolgt vorzugsweise im Verhältnis der maximalen Pumpenfördermenge zur gewünschten Sollmenge.

Bei einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Lastdrücke gleichzeitig betätigter Verbraucher verglichen und in dem Fall, in dem diese Lastdrücke sich um weniger als das Regel- $\Delta p$  der Druckwaagen unterscheiden, die Zumessblende des lastdruckniedrigeren Verbrauchers weiter aufgemacht als dies vom

Sollwert vorgegeben ist, so dass diese Druckdifferenz ausgeglichen wird.

5 Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

10

Figur 1 eine erfindungsgemäße Steueranordnung mit den Zumessblenden nachgeschalteten Individualdruckwaagen;

15

Figur 2 eine Variante der Steueranordnung aus Figur 1 mit vorgeschalteter Individualdruckwaage;

Figur 3 eine Steueranordnung, bei der die Funktion der Individualdruckwaagen elektronisch realisiert ist und

20

Figur 4 eine Steueranordnung mit den Zumessblenden nachgeschalteten Individualdruckwaagen.

5

Die in Figur 1 dargestellte Steueranordnung 1 arbeitet nach dem Stromreglerprinzip, bei dem mehrere Stromregler parallel geschaltet sind. Die dargestellte Steueranordnung 1 hat eine Verstellpumpe 2, über die zwei oder mehrere Verbraucher 4, 6 mit Druckmittel versorgbar sind. Deren Ansteuerung erfolgt mittels eines Steuergerätes, beispielsweise eines Joysticks 8, über den Steuersignale an eine elektronische Steuereinrichtung 10 abgegeben werden. Diese Signale stellen einen Befehl dar, die Verbraucher mit einer bestimmten Geschwindigkeit und entlang einer bestimmten Bewegungsbahn zu bewegen.

35

Der Ausgang der Verstellpumpe 2 ist an eine Pumpenleitung 12 angeschlossen, die in zwei Zulaufleitungen 14,



16 verzweigt. In jeder Zulaufleitung 14, 16 ist eine elektronisch proportional verstellbare Zumessblende 18 bzw. 20 angeordnet, die jeweils über einen Proportionalmagneten 22 verstellbar sind, der über die Steuereinrichtung 10 angesteuert wird.

Den beispielsweise durch ein Proportionalventil gebildeten Zumessblenden 18, 20 ist jeweils eine Druckwaage 24 bzw. 26 nachgeschaltet, die in Öffnungsrichtung von der Kraft einer Regelfeder sowie dem Druck stromabwärts der Zumessblenden 18, 20 und in Schließrichtung von dem Pumpen- oder Systemdruck beaufschlagt ist, der über eine sich verzweigende Steuerleitung 28 von der Pumpenleitung 12 abgegriffen ist.

Die Ausgänge der Druckwaagen 24, 26 sind über Vorlaufleitungen 30 bzw. 32 mit den Verbrauchern 4, 6 verbunden. Im vorliegenden Fall sind diese Verbraucher 4, 6 Hydraulikzylinder, deren Zylinderräume an die Vorlaufleitung 30 bzw. 32 angeschlossen sind. In dem Hydraulikschaubild gemäß Figur 1 sind der Einfachheit halber die die Zylinderräume mit dem Tank T verbindenden Rücklauf- und Ablaufleitungen weggelassen, deren Durchflussquerschnitte ebenfalls über das die Zumessblende 18, 20 ausbildende Proportionalventil auf- oder zugesteuert werden.

Erfindungsgemäß werden die Lastdrücke der Verbraucher 4, 6 erfasst und in Abhängigkeit von diesen Lastdrücken die Einstellung der Zumessblenden 18, 20 geändert. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel werden diese Lastdrücke durch Drucksensoren 34, 36 erfasst, die in den Vorlaufleitungen 30, 32 angeordnet sind und deren Signale von der Steuereinrichtung 10 verarbeitet werden. Gemäß der Darstellung in Figur 1 sind die Drucksensoren 34, 36 sowie der Joystick 8 über Signalleitungen mit der Steuer-

einrichtung 10 verbunden, über die dann entsprechend der vorgegebenen Sollwerte und der erfassten Lastdrücke Steuersignale über Signalleitungen an das elektrisch betätigte Pumpenregelventil sowie die beiden proportional verstellbaren Zumessblenden 18, 20 abgegeben werden.

Anstelle einer Verstellpumpe mit veränderlichem Schwenkwinkel kann beispielsweise auch eine Konstantpumpe mit drehzahlveränderlichem Antrieb verwendet werden.

10

Die Verstellpumpe 2 ist vorzugsweise mit einem Drucksensor zur Erfassung des Pumpendrucks, einem Drehzahlsensor zur Erfassung der Pumpendrehzahl und einem Schwenkwinkelsensor zur Erfassung des Pumpenschwenkwinkels ausgeführt. In der Steuereinrichtung sind des weiteren die Kennlinien der Verstellpumpe 2 und der beiden proportional verstellbaren Zumessblenden 18, 20 abgelegt, so dass mit Hilfe aller oder einiger der vorgenannten Sensoren und Kennlinien eine äußerst exakte Volumenstromsteuerung über die Verstellpumpe 2 möglich ist. Die Funktion der erfindungsgemäßen Steueranordnung ist wie folgt.

20

Zur Betätigung der beiden Verbraucher 4, 6 werden durch den Bediener über einen oder mehrere Joysticks 8 Steuersignale erzeugt, die an die Steuereinrichtung 10 abgegeben werden. Zur entsprechenden Ansteuerung der Verbraucher 4, 6 muss die Verstellpumpe 2 einen bestimmten Druckmittelvolumenstrom bereitstellen, der der Summe der über den Joystick 8 eingestellten Soll-Volumenströme entspricht. D.h. die Verstellpumpe 2 muss in Abhängigkeit von der Einstellung des Joysticks 8 auf einen Schwenkwinkel verstellt werden, bei dem dieser Summenvolumenstrom geliefert wird. Die entsprechende Einstellung der Verstellpumpe 2 kann in Abhängigkeit von dem Sollwert auf einfache Weise durch Erfassung des aktuellen Pumpen-

30

35

drucks, der aktuellen Pumpendrehzahl und des eingestellten Schwenkwinkels über die Pumpenkennlinie erfolgen.

Erfindungsgemäß erhält der Pumpenregler somit kein  
5 Drucksignal, das in der Regel dem höchsten Lastdruck entspricht, sondern die Ansteuerung der Verstellpumpe 2 erfolgt in Abhängigkeit von den Sollwerten. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, die Lastdrücke über komplexe Wechselventilanordnungen an den Verbrauchern abzugreifen  
10 und über vergleichsweise lange Leitungen zur Verstellpumpe 2 zu führen.

Durch die Sollwerteinstellung über dem Joystick 8 können Volumenstromfehler aufgrund volumetrischer Verluste der Verstellpumpe 2 ausgeglichen werden, da der  
15 Bediener sofort über den Joystick 8 nachregelt, falls die Verbraucher 4, 6 nicht mit der gewünschten Geschwindigkeit betätigt werden. Der höchste Lastdruck stellt sich dann entsprechend an dem am höchsten belasteten Verbraucher ein und die Druckdifferenz zu den niedriger belasteten Verbrauchern wird durch Stromregelung an den Individualdruckwaagen 24, 26 weggedrosselt.  
20

Erfindungsgemäß wird über die Drucksensoren 34, 36  
25 derjenige Verbraucher ermittelt, an dem der höchste Lastdruck anliegt. Hierzu werden in der Steuereinrichtung 10 die von den Drucksensoren 34, 36 erfassten Signale miteinander verglichen und an diejenige Zumessblende 18, 20, die demjenigen Verbraucher 4, 6 mit dem höchsten  
30 Lastdruck zugeordnet ist, ein Steuersignal abgegeben, durch das diese Zumessblende 18, 20 vollständig geöffnet wird. An dieser Zumessblende 18, 20 entsteht dann nur noch eine minimale Druckdifferenz, so dass die Systemverluste gegenüber den eingangs beschriebenen Regelungen  
35 verringert sind. Die zugeordnete Druckwaage 24 bzw. 26 des lastdruckhöchsten Verbrauchers 4 bzw. 6 ist dann

ebenfalls ganz geöffnet, da die Druckdifferenz über der zugeordneten Zumessblende 18 bzw. 22 nicht ausreicht, um die Druckwaage gegen die Kraft der Regelfeder in Schließrichtung zu verstellen.

5

Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Stromreglerschaltung mit den den Zumessblenden 18, 20 nachgeschalteten Druckwaagen 24, 26 ausgeführt. Da bei den eingangs beschriebenen LUDV-Systemen die Druckwaagen stets den Zumessblenden nachgeschaltet sein müssen, können für das in Figur 1 dargestellte System und für LUDV-Systeme identische oder nur geringfügig abgewandelte Gehäuse verwendet werden.

10

Wie in Figur 2 angedeutet, lässt sich die erfindungsgemäße Steueranordnung auch bei Schaltungen realisieren, bei denen die Individualdruckwaagen 24, 26 den Zumessblenden 18 bzw. 20 vorgeschaltet sind. Auch diese Druckwaagen sind in Öffnungsrichtung von dem Druck stromabwärts der Zumessblenden 18, 20 und in Schließrichtung von dem Druck stromaufwärts der Zumessblenden 18, 20, d.h. dem von der Verstellpumpe 2 gelieferten Pumpendruck beaufschlägt. Der sonstige Aufbau und die Funktion der in Figur 2 dargestellten Steueranordnung entsprechen dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1, so dass weitere Erläuterungen entbehrlich sind.

15

20

5

In Figur 3 ist eine Variante dargestellt, bei der den Zumessblenden 18, 20 keine Individualdruckwaagen zugeordnet sind. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Funktion der Individualdruckwaagen praktisch durch die Elektronik übernommen. Hierzu muss über einen weiteren Drucksensor 38 der Druck in der Pumpenleitung 12, d.h. der Druck stromaufwärts der Zumessblenden 18, 20 erfasst werden. Aus diesem Druck und den über die Drucksensoren 34, 36 erfassten Drücken stromabwärts der Zumessblenden 18, 20

30

35

lässt sich dann der Druckabfall über den Zumessblenden 18, 20 berechnen. In Kenntnis dieser Druckabfälle über den Zumessblenden 18, 20 kann dann über die Steuereinrichtung 10 mit Hilfe der gespeicherten Kennlinien der Durchflussquerschnitt der jeweiligen Zumessblenden 18, 20 so verstellt werden, dass der gewünschte Volumenstrom zu den Verbrauchern 4, 6 fließt. Die Einstellung der Verstellpumpe 2 erfolgt in der vorbeschriebenen Weise in Abhängigkeit von den über den Joystick 8 eingestellten Sollwerten.

Die vorbeschriebenen Systeme unterscheiden sich von den bisher bekannten LS-Systemen darin, dass die Verstellpumpe auf den Wunsch-Summenstrom eingestellt wird und die Einzeldruckmittelströme zu den Verbrauchern durch geeignete Steuerung der Ventilblenden aufgeteilt wird, wobei die dem lastdruckhöchsten Verbraucher zugeordnete Zumessblende vollständig aufgesteuert wird.

Eine derartige Steuerung ermöglicht es, beispielsweise bei einer Unterversorgung, d.h. in dem Fall, in dem die Sollmenge größer ist als die maximale Pumpenmenge, die Durchflüsse durch die Zumessblenden der lastdruckniedrigeren Verbraucher verhältnismäßig zu reduzieren. D.h. mit der erfindungsgemäßen Steueranordnung kann praktisch ein LUDV-Verhalten erzeugt werden, indem die Öffnungsquerschnitte der lastdruckniedrigeren Zumessblenden 18, 20 reduziert werden. Diese Reduktion kann beispielsweise im Verhältnis der maximalen Pumpenfördermenge zur Sollmenge erfolgen. Dies sei anhand eines Beispiels erläutert, bei dem die erfindungsgemäße Steueranordnung zur Ansteuerung von drei Verbrauchern ausgebildet ist. Es sei des weiteren angenommen, dass die über Joysticks 8 an den drei Verbrauchern eingestellten Sollströme 40 , 60 und 20 Liter / Minute beträgt, d.h. der Soll-Summenvolumenstrom beträgt 120 Liter / Minute wobei der

lastdruckhöchste Verbraucher mit 20 Litern / Minute versorgt werden soll. Die maximale Fördermenge der Pumpe beträgt beispielsweise 100 Liter / Minute - es liegt somit eine Unterversorgung vor. Diese Unterversorgung wird erfindungsgemäß dadurch ausgeglichen, dass die Sollwerte für die beiden lastniedrigeren Verbraucher (40 , 60 Liter / Minute) über die Steuereinrichtung 10 in dem Verhältnis der maximalen Fördermenge der Pumpe zum Summenvolumenstroms, d.h. im Verhältnis 100/120 verringert wird. D.h. der erstgenannte Verbraucher wird mit 33,33 Litern / Minute, der an zweiter Stelle genannte Verbraucher mit 50 Litern / Minute (pro Zeiteinheit) versorgt. Die Zumessblende des lastdruckhöchsten Verbrauchers ist erfindungsgemäß vollständig aufgesteuert - der sich einstellende Volumenstrom über dieser Zumessblende beträgt 16,66 Liter / Minute, so dass die maximale Fördermenge der Pumpe von 100 L / Minute verhältnismäßig aufgeteilt und somit praktisch eine lastunabhängige Durchflussverteilung (LUDV) realisiert wird.

In dem Fall, in dem eine ziehende Last wirkt (beispielsweise Bergabfahrt), kann dies über die Drucksensoren 34, 36 erfasst werden und die Pumpe entsprechend zurückgestellt werden. Das Nachsaugen in die Niederdruckseite der Verbraucher 4, 6 erfolgt dann über nicht dargestellte Nachsaugventile von der Hochdruckseite. D.h. im Vergleich zu heute üblichen Schaltungen lassen sich im Falle einer ziehenden Last die Verluste weiter verringern.

Insbesondere die anhand der Figuren 1 und 2 erläuterten Ausführungsbeispiele zeichnen sich durch eine geringe Schwingungsanfälligkeit aus.

Die Sollwerte können anstelle über den elektrischen Joystick 8 auch bei Proportionalventilen mit Schieberwegmessung aus dem Schieberweg-Ist-Wert der Zumessblenden 18, 20 ermittelt werden.

5

Selbstverständlich ist das erfindungsgemäße System auch dann wirksam, wenn nur ein einziger Verbraucher angesteuert wird - in diesem Fall wird die Zumessblende dieses Verbrauchers vollständig aufgesteuert und der Druckmittelvolumenstrom über die Verstellpumpe 2 gesteuert.

10

Figur 4 zeigt eine Steueranordnung, bei der die individuellen Lastdrücke der Verbraucher 4, 6 nicht über Drucksensoren oder dergleichen erfasst werden. Es handelt sich wieder um ein Stromreglersystem, wobei die beiden Individualdruckwaagen 24, 26 den beiden proportional verstellbaren Zumessblenden 18, 20 nachgeschaltet sind. D.h. abgesehen von den beiden nicht vorhandenen Sensoren 34, 36 entspricht die in Figur 4 dargestellte Steueranordnung derjenigen aus Figur 1. Auch bei der Steueranordnung gemäß Figur 4 wird die Verstellpumpe 2 in Abhängigkeit von den über den Joystick 8 eingestellten Sollwerten so verstellt, dass sie den gewünschten Druckmittelsummenstrom liefert. Die Aufteilung dieses Druckmittelsummenstroms erfolgt dann über die Stromregler (Zumessblenden 18, 20; Druckwaagen 24, 26), wobei die Zumessblenden 18, 20 wiederum in Abhängigkeit von den am Joystick 8 eingestellten Sollwerten verstellt wird. Über die Individualdruckwaagen 24, 26 wird dann der am Ausgang der Zumessblenden 18, 20 anliegende Lastdruck, der etwa dem höchsten wirksamen Lastdruck der Verbraucher entspricht, auf die individuellen Lastdrücke abgedrosselt. Im Unterschied zum vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel bleibt jedoch die dem lastdruckhöheren Verbraucher zugeordnete Zumessblende auf dem in Abhängigkeit von den vorgegebenen

15

20

25

30

35

Sollwerten eingestellten Öffnungsquerschnitt und wird nicht vollständig aufgesteuert.

Offenbart sind eine Steueranordnung und ein Verfahren  
5 zur Druckmittelversorgung von zumindest zwei hydraulischen Verbrauchern, die über eine Verstellpumpe mit Druckmittel versorgt werden. Im Druckmittelströmungspfad zwischen den Verbrauchern und der Verstellpumpe ist jeweils eine Zumessblende vorgesehen. Die Einstellung der  
10 Verstellpumpe und der Zumessblenden erfolgt elektronisch über eine Steuereinrichtung in Abhängigkeit von den von einem Bediener eingegebenen Sollwerten. Erfindungsgemäß wird die dem lastdruckhöchsten Verbraucher zugeordnete Zumessblende vollständig aufgesteuert, so dass der Druck-  
15 verlust über dieser Zumessblende minimal ist.



**Bezugszeichenliste:**

	1	Steueranordnung
5	2	Verstellpumpe
	4	Verbraucher
	6	Verbraucher
	8	Joystick
	10	Steuereinrichtung
10	12	Pumpenleitung
	14	Zulaufleitung
	16	Zulaufleitung
	18	Zumessblende
	20	Zumessblende
15	22	Proportionalmagnet
	24	Druckwaage
	26	Druckwaage
	28	Steuerleitung
	30	Vorlaufleitung
20	32	Vorlaufleitung
	34	Drucksensor (Lastdruck)
	36	Drucksensor (Lastdruck)
	38	Drucksensor (Pumpendruck)

### Patentansprüche

1. Steueranordnung zur Druckmittelversorgung von zumindest zwei hydraulischen Verbrauchern (4, 6) mit einer Verstellpumpenanordnung (2), deren Fördermenge veränderbar ist und mit zumindest zwei verstellbaren Zumessblenden (18, 20), die jeweils einem der Verbraucher (4, 6) zugeordnet sind und die jeweils in Abhängigkeit von einem an einem Sollwertgeber (8) eingestellten Sollwert über eine Steuereinrichtung (10) verstellbar sind, und mit einer Einrichtung (10) zur Abgabe eines Steuersignals an die Verstellpumpe (2) in Abhängigkeit von den eingestellten Sollwerten, gekennzeichnet durch jeweils einen im Druckmittelströmungspfad stromabwärts der Zumessblenden vorgesehenen Sensor (34, 36) zur Erfassung des individuellen Lastdrucks, durch eine Einrichtung (10) zur Erfassung des lastdruckhöchsten Verbrauchers (4, 6) aus den von den Sensoren (34, 36) erfassten Signalen und zum Aufsteuern der dem lastdruckhöchsten Verbraucher (4, 6) zugeordneten Zumessblende (18, 20).
2. Steueranordnung nach Patentanspruch 1, wobei ein weiterer Sensor (38) zum Erfassen des Drucks stromaufwärts der Zumessblenden (18, 20) vorgesehen ist, und wobei über die Einrichtung (10) aus den erfassten Signalen der Druckabfall über den Zumessblenden (18, 20) bestimmt wird und in Abhängigkeit von diesem Druckabfall die Ansteuerung der Zumessblenden (18, 20) veränderbar ist, so dass ein gewünschter Druckmittelvolumenstrom zu den Verbrauchern (4, 6) fließt.
3. Steueranordnung nach Patentanspruch 1, wobei jeder Zumessblende (18, 20) eine Druckwaage (24, 26) vor- oder nachgeschaltet ist, die in Schließrichtung vom Druck stromaufwärts der Zumessblende (18, 20) und in

Öffnungsrichtung vom Druck stromabwärts der zugeordneten Zumessblende (18, 20) beaufschlagt ist.

5 4. Steueranordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit Nachsaugventil zum Nachsaugen von Druckmittel in die Niederdruckseite der Verbraucher (4, 6).

10 5. Steueranordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Sollwertgeber zumindest ein Joystick (8) ist.

15 6. Verfahren zum Ansteuern einer Steueranordnung zur Druckmittelversorgung von zumindest zwei hydraulischen Verbrauchern, mit einer Verstellpumpenanordnung (2), deren Fördermenge veränderbar ist und mit zumindest zwei verstellbaren Zumessblenden (18, 20), die jeweils einem der Verbraucher (4, 6) zugeordnet sind und die jeweils in Abhängigkeit von einem an einem Sollwertgeber, (8) eingestellten Sollwert über eine Steuereinheit (10) einstellbar sind und mit einer Einrichtung (10) zur Abgabe eines Steuersignals an die Verstellpumpe (2) in Abhängigkeit von den eingestellten Sollwerten, dadurch gekennzeichnet, dass der individuelle Lastdruck der Verbraucher (4, 6) erfasst wird und die dem lastdruckhöchsten Verbraucher (4, 6) zugeordnete Zumessblende (18, 20) vollständig aufgesteuert wird.

25 30 7. Verfahren nach Patentanspruch 6, wobei ein Druck stromaufwärts der Zumessblenden (18, 20) erfasst wird und aus diesem und den individuellen Lastdrücken der Druckabfall über den jeweiligen Zumessblenden (18, 20) bestimmt und deren Einstellung so geändert wird, dass sich eine gewünschte Druckmittelvolumenstromverteilung über den Zumessblenden (18, 20) einstellt.

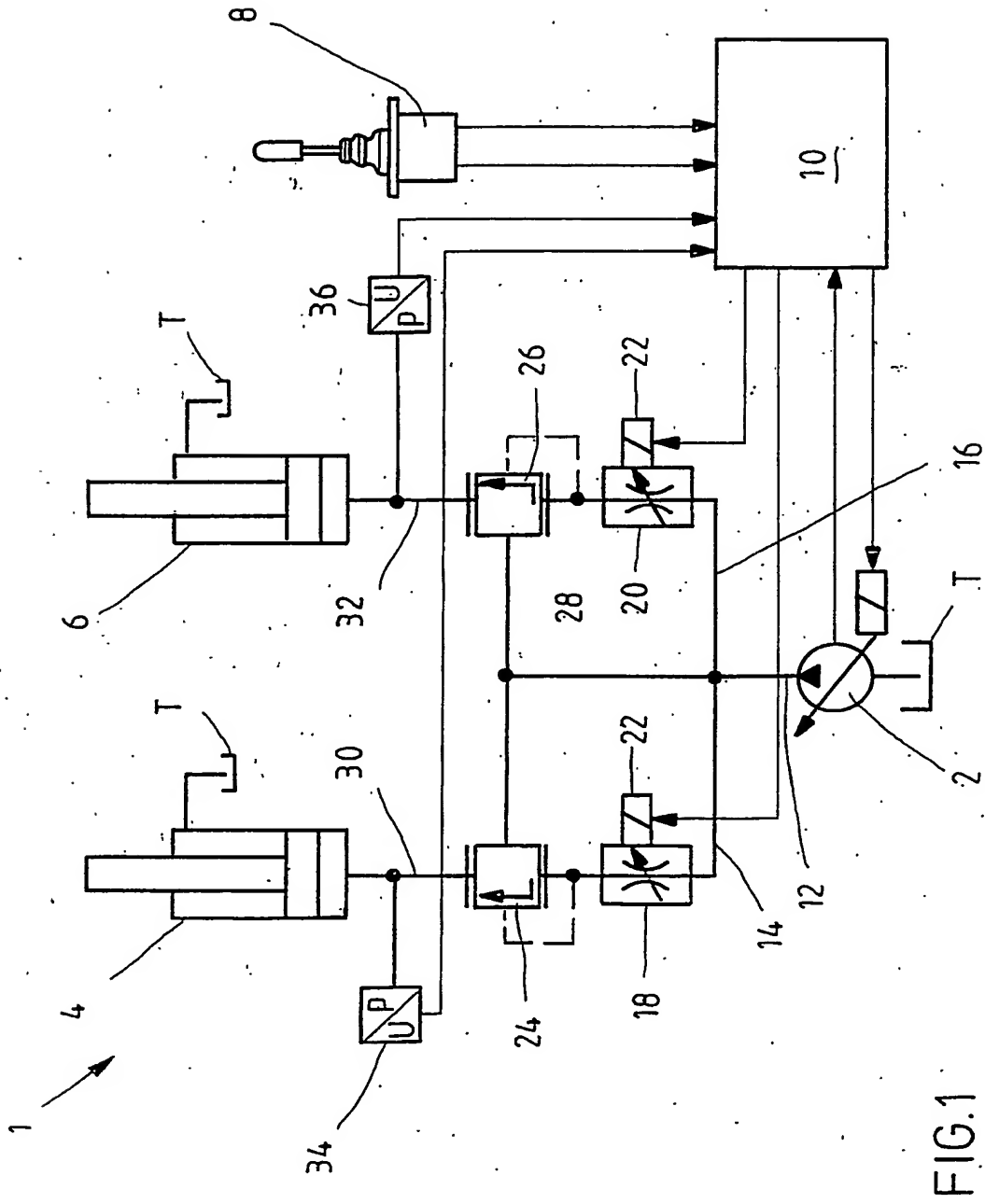
21

8. Verfahren nach Patentanspruch 6 oder 7, wobei im Fall einer Unterversorgung die Durchflussquerschnitte der den Lastdruck niedrigeren Verbrauchern (4, 6) zugeordneten Zumessblenden (18, 20) - vorzugsweise im Verhältnis der maximalen Pumpenfördermenge zum Soll-Summenvolumenstrom - verringert werden.
9. Verfahren nach einem der Patentansprüche 6 bis 8, wobei eine ziehende Last durch Auswertung der von den Sensoren (34, 36) erfassten Signale erkannt wird und die Verstellpumpe (2) entsprechend zurückgefahren wird.
10. Verfahren nach einem der Patentansprüche 6 bis 9, wobei bei gleichzeitiger Ansteuerung mehrerer Verbraucher (4, 6) deren Lastdruck verglichen und bei einem Differenz-Lastdruck, der weniger als das Regel- $\Delta p$  der Druckwaage ist, die dem Lastdruck niedrigeren Verbraucher (4, 6) zugeordnete Zumessblende (18, 20) so weit aufgesteuert wird, bis diese Lastdruck-Druckdifferenz ausgeglichen ist.

### Zusammenfassung

5 Steueranordnung und Verfahren zur Druckmittelversorgung von zumindest zwei hydraulischen Verbrauchern.

Offenbart sind eine Steueranordnung und ein Verfahren zur Druckmittelversorgung von zumindest zwei hydraulischen Verbrauchern, die über eine Verstellpumpe mit Druckmittel versorgt werden. Im Druckmittelströmungspfad zwischen den Verbrauchern und der Verstellpumpe ist jeweils eine Zumessblende vorgesehen. Die Einstellung der Verstellpumpe und der Zumessblenden erfolgt elektronisch über eine Steuereinrichtung in Abhängigkeit von den von einem Bediener eingegebenen Sollwerten. Erfindungsgemäß wird die dem lastdruckhöchsten Verbraucher zugeordnete Zumessblende vollständig aufgesteuert, so dass der Druckverlust über dieser Zumessblende minimal ist.



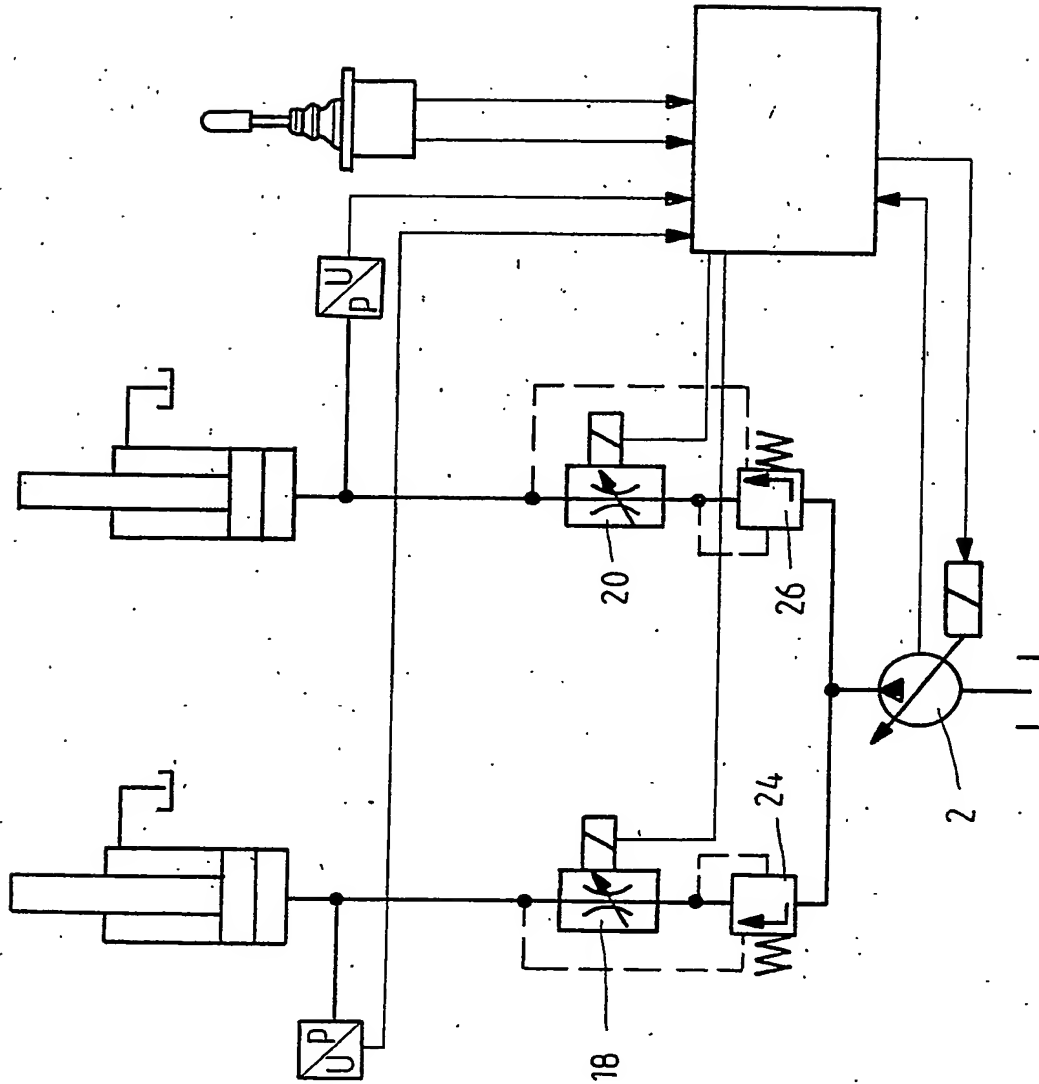


FIG. 2

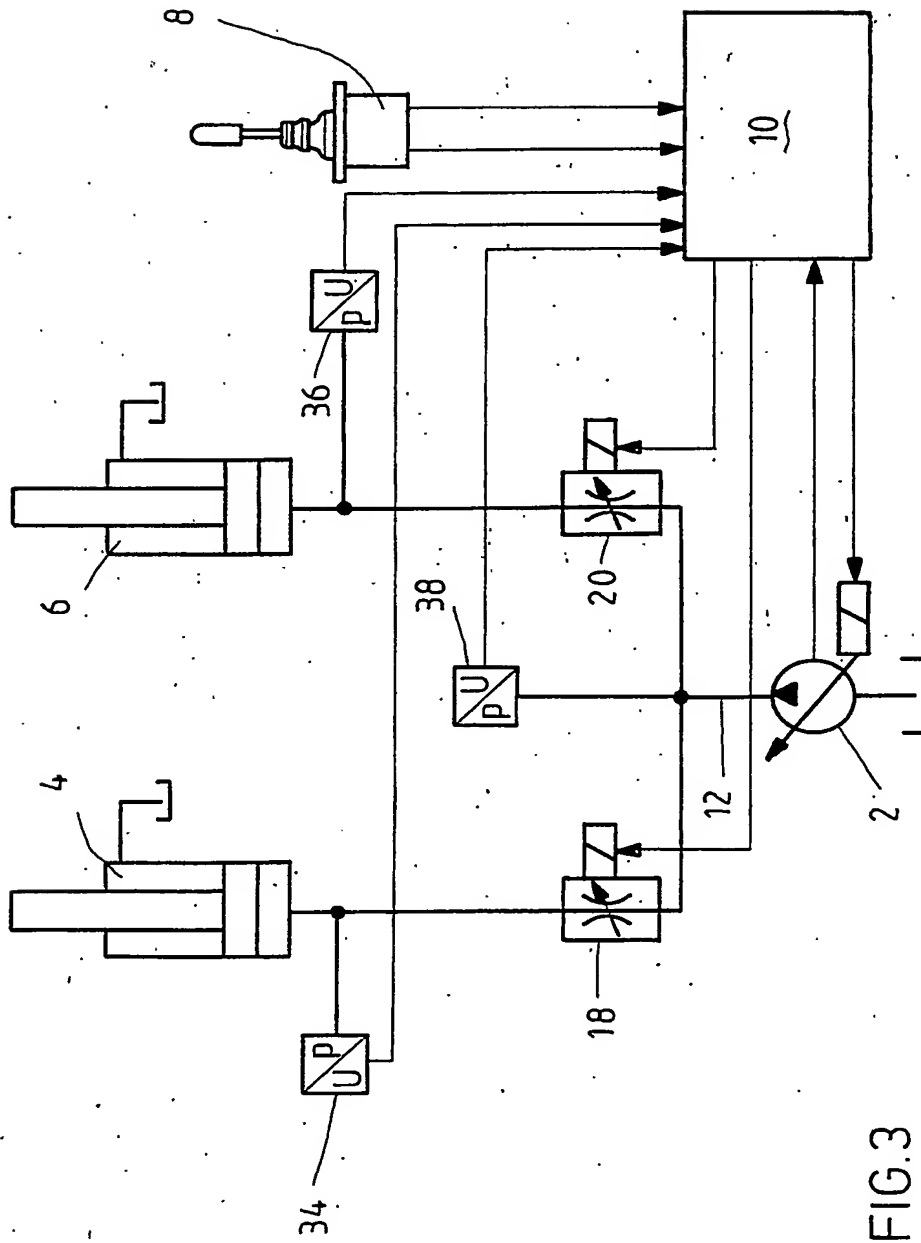


FIG.3



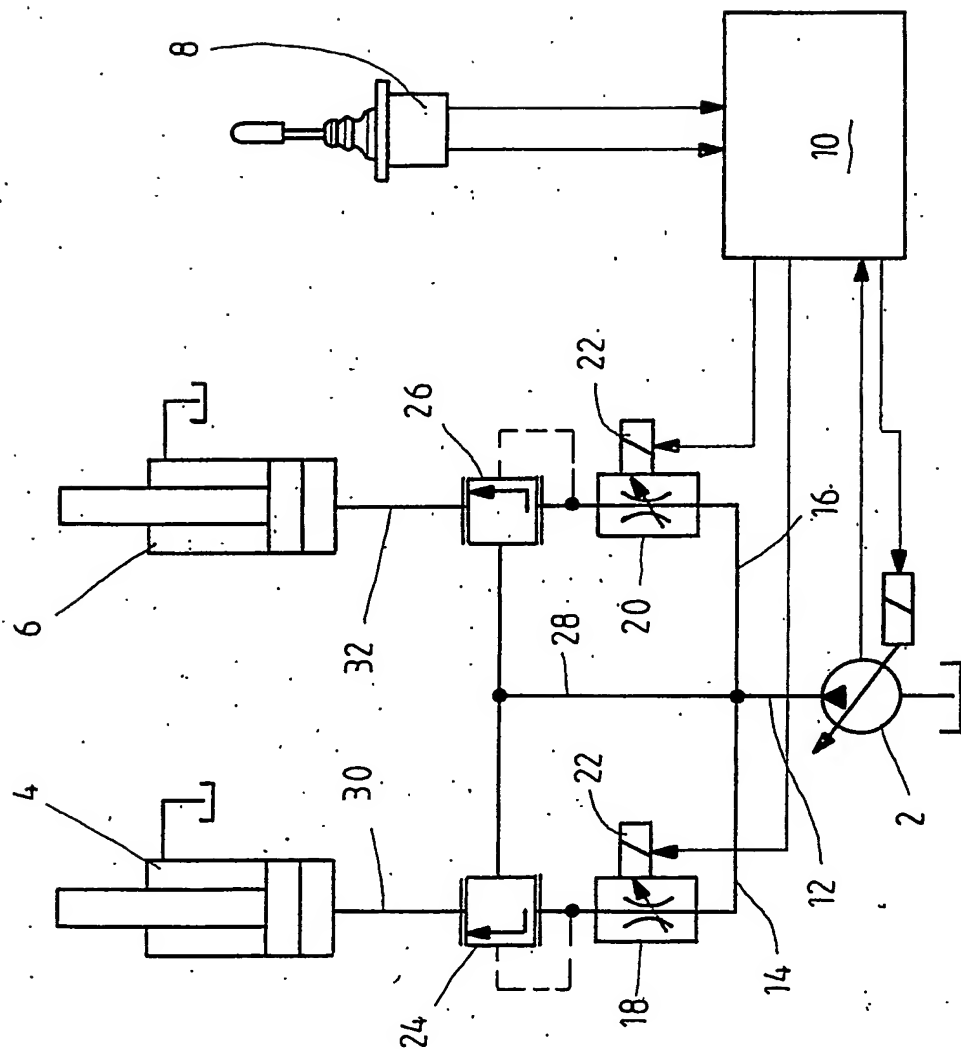


FIG. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**